

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194506

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G03F 7/38  
G03F 7/038  
G03F 7/039  
H01L 21/027

(21)Application number : 10-001659

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 07.01.1998

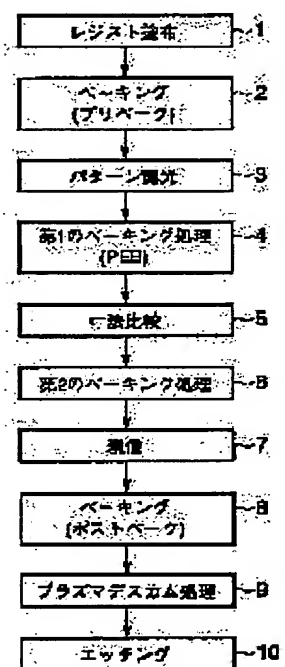
(72)Inventor : TOKAWA IWAQ

## (54) PATTERN FORMING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a resist film having a uniform and very precise size distribution.

SOLUTION: The subject method is so composed that a pattern exposure is performed on a resist film formed on a mask (3), and subsequently baking process and a development process are performed (7) to thereby form a resist pattern. In this case, the baking process after the exposure is composed of primary and secondary processes ((4), (6)), and a process, in which a size distribution of the resist film is measured (5), is inserted between the primary and the secondary processes. The primary process is performed uniformly on the whole resist film, and the secondary process is performed partially to correct and uniform unevenness of the surface based on the measured size distribution.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3719837

[Date of registration]

16.09.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194506

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
G 0 3 F 7/38	5 1 1	G 0 3 F 7/38 5 1 1
7/038	6 0 1	7/038 6 0 1
7/039	6 0 1	7/039 6 0 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30 5 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-1659

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月7日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 東川 巖

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

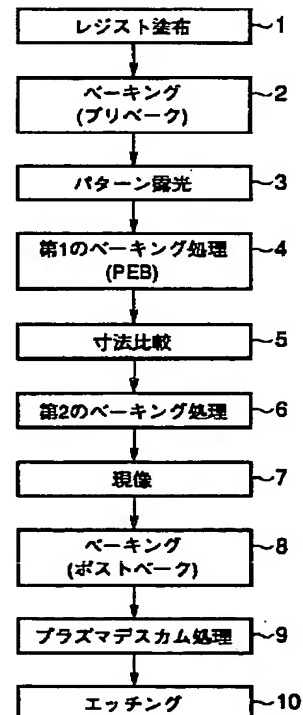
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法

(57) 【要約】

【課題】 均一かつ高精度の寸法分布を有するレジスト膜の形成を可能とする。

【解決手段】 マスクに形成されたレジスト膜にパターン露光を行い(3)、その後ベーク処理及び現像処理(7)を行なってレジストパターンを形成するパターン形成方法において、露光後ベーク処理は第一及び第二の工程からなり((4)、(6))、この第一及び第二の工程の間にはレジスト膜の寸法分布を測定する工程を挟んでおり(5)、第一の工程はレジスト膜全体に対して均一に行い、第二の工程は測定された寸法分布に基づいて面内不均一性を補正して均一にするように部分的に行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行い、該パターン露光後にベーキング及び現像処理を行うことでレジストパターンを形成するパターン形成方法において、

前記露光後ベーキングは第一及び第二の工程からなり、かつ第一の工程はレジスト膜全体に対して均一に行い、第二の工程は該第一の工程により得られた寸法分布の面内不均一性を補正して均一にするように部分的に行うことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行う工程と、

このパターン露光後に前記レジスト膜全体に対して均一にベーキングを行う第一のベーキング工程と、

この第一のベーキング後のレジスト膜の寸法分布を測定する工程と、

この測定された寸法分布に基づいて面内不均一性を補正して均一にするように部分的にベーキングを行う第二のベーキング工程と、

この第二のベーキング後のレジスト膜を現像する工程とを具備してなることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】 被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行う工程と、

このパターン露光後に前記レジスト膜全体に対して均一にベーキングを行う第一のベーキング工程と、

予め測定された寸法分布の面内不均一性の測定結果に基づいて面内不均一性を補正して均一にするように部分的にベーキングを行う第二のベーキング工程と、

この第二のベーキング後のレジスト膜を現像する工程とを具備してなることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項4】 前記レジストは化学増幅系レジストであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のパターン形成方法。

【請求項5】 前記第二のベーキングは、温度制御されたガスを被送風領域が面内均一性を達成するように送風するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のパターン形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストパターンを形成して基板を加工するリソグラフィ技術に適用されるパターン形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路製造に代表される微細加工技術は、0.5  $\mu\text{m}$ 以下のパターンの形成を実現している。今後のさらなる微細化のためには、より微細なレジストパターンの形成とこれに付随する加工技術が求められる。リソグラフィ技術においては、生産性の向上の為等を目的に、化学増幅系レジストに代表される高感度レジストの採用が進んでいる。

2

【0003】しかし、レジストの高感度化は、一方でレジストプロセスの不安定性、あるいは処理条件に対するマージンの無さを示す。例えば化学増幅系レジストでは、一般のレジストに比較して高感度であるが、ベーキング温度やベーキング時間に対する寸法変化が激しく、高精度のベーキングが不可欠である。加えて、露光からベーキングまでの時間に依存して寸法の変化が発生し、露光からの経過時間に依存した寸法分布が基板内に発生することが報告されている。

10 【0004】例えば電子ビーム露光等の逐次露光方法では、露光時間が長いだけでなく、露光の速度もパターン密度に依存して変えられたりする為、寸法の変動要因がより複雑になっている。また、露光の終了後から露光後バーク（PEB：Post Exposure Bake）までの時間に依存して、雰囲気の影響や発生した酸触媒の失活が生じる。

【0005】ステッパ等の光露光で用いられるレチクルもリソグラフィ技術を適用して製作されるが、レチクル製作工程においては、高感度レジストを用いても一時間を超える露光時間を必要とする高密度データの露光もある。この露光時間の長さに依存する寸法変動は今後の高精度化に対して許容出来るものではない。また、特にレチクルの場合にはその外形形状が方形で厚さも数mmと厚く、さらに熱伝導性が著しく悪い石英等のガラスでできている為、ウェハ基板の如き円形で熱伝導に優れた物に比較してより複雑な熱特性を示し、均一なレジスト膜のベーキングを一層困難にしている。

【0006】結果として、高感度レジスト、特に、化学増幅系レジストの適用を困難にしている。また、レチクルの場合には、一枚毎に異なったパターンデータに基づき生産される為、同一のプロセスを用いても仕上がりが寸法を制御することが困難である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来のパターン形成方法では、露光からベーキングまでの時間の長さに依存して寸法の変化が発生し、露光からの経過時間に依存した寸法分布が基板内に発生するが、この寸法不均一性は、今後の高精度化に対して許容出来るものではない。

【0008】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、均一かつ高精度の寸法分布を有するレジストパターンの形成を可能とするパターン形成方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係るパターン形成方法は、被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行い、該パターン露光後にベーキング及び現像処理を行うことでレジストパターンを形成するパターン形成方法において、前記露光後ベーキングは第一及び第二の工程からなり、かつ第一の工程はレジスト膜全体に対して均一に行い、第二の工程は該第一の

工程により得られた寸法分布の面内不均一性を補正して均一にするように部分的に行うことを特徴とする。

【0010】また、本発明の請求項2に係るパターン形成方法は、被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行う工程と、このパターン露光後に前記レジスト膜全体に対して均一にベークを行う第一のベーク工程と、この第一のベーク後のレジスト膜の寸法分布を測定する工程と、この測定された寸法分布に基づいて面内不均一性を補正して均一にするように部分的にベークを行う第二のベーク工程と、この第二のベーク後のレジスト膜を現像する工程とを具備してなることを特徴とする。

【0011】本発明の望ましい形態は、以下に示す通りである。

(1) レジスト膜の面内均一性を測定する工程は、レジストパターンの潜像を測定する工程である。

(2) 第二のベーク工程において部分的に行うベークとは、ポジ型レジストに対し、レジストパターン寸法の大きい領域においてはベーク時間を長くし、寸法の小さい領域においてはベーク時間を短くする。また、ネガ型レジストにおいては、レジストパターン寸法の小さな領域においてはベーク時間を長くし、寸法の小さい領域においてはベーク時間を短くする。

【0012】また、本発明の請求項3に係るパターン形成方法は、被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行う工程と、このパターン露光後に前記レジスト膜全体に対して均一にベークを行う第一のベーク工程と、予め測定された寸法分布の面内不均一性の測定結果に基づいて面内不均一性を補正して均一にするように部分的にベークを行う第二のベーク工程と、この第二のベーク後のレジスト膜を現像する工程とを具備してなることを特徴とする。

【0013】また、本発明の請求項4に係るパターン形成方法は、前記レジストは化学増幅系レジストであることを特徴とする。また、本発明の請求項5に係るパターン形成方法は、前記第二のベークは、温度制御されたガスを被送風領域が面内均一性を達成するように送風するものであることを特徴とする。

【0014】本発明の望ましい形態は、以下に示す通りである。

(1) 温度制御されたガスの送風は、被送風領域が面内均一性を達成するように送風時間を被送風領域毎に変化させて行う。

(2) 温度制御されたガスの送風は、被送風領域が面内均一性を達成するようにガス温度を被送風領域毎に変化させて行う。

(作用) 本発明では、被処理基板上に形成されたレジスト膜にパターン露光を行い、このパターン露光後のベーク処理を第一のベーク処理と第二のベーク処理の2回に

分けて行う。ここで、第一のベーク処理をレジスト膜全面に対して均一に行い、この第一のベーク処理により得られた寸法分布の面内不均一性を補正して均一にするように部分的に第二のベーク処理を行う。

【0015】このように、露光後ベーク処理を2回に分け、レジスト膜全面に対して均一に行う1回目のベーク処理の後に、そのベーク処理により生じた面内不均一性を補正するように部分的に2回目のベーク処理を行うことで、レジスト膜の寸法の面内均一性が得られ、高精度のリソグラフィ工程が実現できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

(第1実施形態) 図1は、本発明の第1実施形態に係るパターン形成方法によるパターン形成工程を示すフローチャートである。このフローチャートに沿って、このパターン形成方法をマスクの製造工程に適用した例を用いて説明する。また、図2～図4は本実施形態に係るパターン形成方法を説明するための図であり、図2は第一のベーク処理に用いられるベーク装置の横断面図、図3は第一のベーク処理後のマスク内の寸法分布を示す図、図4は第二のベーク処理に用いられるベーク装置の横断面図である。

【0017】まず、HOYA社製の6インチ角、0.25インチ厚の6025規格と呼ばれるクロムマスクブランクスに日本合成ゴム社製のポジレジストを0.5 $\mu$ m膜厚となるように塗布する(1)。このレジストを塗布した後、このマスクに塗布されたレジスト膜の溶媒や水分を除去して膜を緻密にすべく、90℃で10分のベーク(プリベーク)を行う(2)。

【0018】次いで、加速電圧50KeVの電子ビーム描画装置で10 $\mu$ C/cm<sup>2</sup>の露光量で130mm角の領域にパターン露光を行う(3)。露光パターンはマスク上で最小線幅0.8 $\mu$ mのデバイスパターンで、マスクの寸法を測定する為の評価パターンが46箇所配置されている。露光装置はVSB(可変成形ビーム)方式を採用した装置で、2.5 $\mu$ C/cm<sup>2</sup>の露光を四回行なう多重描画を実施する。パターン露光後、20分真空中でマスクを保持した後、大気中に取り出し30分放置する。

【0019】次いで、図2に示すように、0.2mmのスペーサ11を介して90℃に保持されたホットプレート12上にマスク13を保持して15分の第一のベーク処理(PEB)を行う(4)。このホットプレート12はマスク13表面の全面に当てられるもので、これによりマスク13全面が均一にベークされる。この第一のベーク処理後直ちに23℃に保持されたプレート上に載置し、20分放置する。レジスト膜には変色したパターンが形成され、レジスト膜内に潜像が形成される。露光だけでなく、露光後のベーク処理条件にも依

10

20

30

40

50

存して現像液に対する溶解速度が変化する。従って、ベーク処理条件を基板内で変えることにより、基板内の寸法分布を変えることが出来る。

【0020】このようにパターン露光され、かつ均一なベーク処理がなされたマスク13を光学顕微鏡のステージに載置し、上記評価パターンの潜像の寸法を比較する(5)。第一のベーク処理がなされたレジスト膜は、その感光及び熱反応に伴い光学的な反応を示している。この光学的な反応を示した潜像を測定することにより、現像後の予測されるレジストパターン寸法が判明する。

【0021】本実施形態において実際に上記処理を行ったマスクの寸法測定を行った結果、図3に示す寸法分布を得られた。図3において、表示された値はレジストのスペースパターンの寸法値を表す。この寸法測定結果は、目標とした寸法である $0.8\mu\text{m}$ に対して、 $1/3$ の領域で $25\text{nm}$ 以上ずれていることを示している。また、寸法の分布は露光順序にほぼ一致していた。すなわち、露光の開始点である図3中左上から右下に描画を進めていくに従って、露光からの時間が短くなるため、スペースパターンの寸法値が大きくなっていく傾向を示した。露光後ベーク処理は、その処理によりレジストのラインパターンを小さく、すなわちスペースパターンの寸法値を小さくするものである。従って、露光の開始点付近では特に追加のベーク処理が必要であり、露光の終了点に近づくにつれて追加のベーク処理の必要性が少なくなっていくことが分かった。

【0022】このようにして得られた寸法不均一性の値に基づいて測定点間を補完、外挿したデータを作成し、 $150\text{mm}$ 角全域に $5\text{mm}$ メッシュでの補正データを作成する。

【0023】次いで、第一のベーク処理により生じた寸法不均一性を補正すべく、上記作成した補正データに基づいて第二のベーク処理を行う(6)。この第二のベーク処理は、第1のベーク処理と異なり、レジスト膜面に部分的に行われる。具体的には、図4に示すようにx、yステージ14上にクーリングプレート15を介してレジスト膜面を上面にしてマスク13を固定する。そして、レジスト膜面の上方に設けられた送風管17からスポット状に $90^\circ\text{C}$ の空気をレジスト膜面に向けて送風する。送風管17の送風孔の径は $15\text{mm}\phi$ で、x、yステージ14はx方向、すなわち図3における上下方向に連続移動させ、y方向、すなわち図3における左右方向には $10\text{mm}$ のステップ移動を行う。

【0024】各点における送風時間は、寸法差が $5\text{nm}$ ある点においては、例えば $15$ 秒間に $5\text{mm}$ のステージ移動を行うように調節し、寸法差が $10\text{nm}$ ある点においては $30$ 秒間に $5\text{mm}$ のステージ移動を行うように調整し、送風領域の寸法差に比例してステージ移動を遅く設定する。本実施形態における実際のマスク処理におい

ては、ステージ移動はマスク13の最外周から開始し、図3における左上の開始点からx方向に連続移動させ、かつ $10\text{mm}$ のy方向のステップ移動により面内を全面走査した。そして、この全面走査による面内の温度の履歴を平均化することにより高精度のベーク処理を行うべく、さらに折り返して開始点に戻り、同じような全面走査を繰り返した。

【0025】上記図3に示した寸法分布の測定結果から分かるように、左上の領域、すなわち露光の開始点付近ではスペースパターンの寸法値が小さく、所望の寸法値との差が大きいため送風時間は長く、すなわちステージの滞在時間を長くした。そして、x、yステージ14の走査順序に従って送風時間は短く、すなわちステージの滞在時間を短くした。

【0026】このように、レジストパターンの寸法測定後、領域毎に追加して第二のベーク処理を行なうことにより、ベーク処理に伴う部分的な寸法変化を発生させることが出来る。すなわち、潜像の寸法測定を行ない、目標寸法に対して未達の領域が予測される場合、その領域に追加のベーク処理を行なうことにより、寸法を目標値にすることが可能になる。この第二のベーク処理を考慮すると、第一のベーク処理を仕上がり寸法が目標値に対して若干のアンダーになるようにベーク処理条件を設定することが望ましい。

【0027】また、潜像の測定により第一のベーク処理により既に面内の均一性が得られていた場合は、第二のベーク処理を行わずに、所定の現像時間を寸法が目標値に達するように変更することで目標の寸法均一性が得られる。

【0028】このように、第一のベーク処理によりレジストを均一に処理しても達成できない寸法の不均一性は、ベーク処理量を部分的に増減させることにより制御することができる。すなわち、第二のベーク処理として部分的にレジスト膜をベーク処理することで、第一のベーク処理により生じた寸法不均一性を補正することができる。

【0029】次いで、再度上記評価パターンの潜像を比較し、予測される仕上がり寸法が $75$ 秒現像で、目標寸法ばらつき内で得られることを確認できる。そして、マスクをスプレー現像装置にセットし、フルコンノズルから $23^\circ\text{C}$ に温調した現像液(AD-10多摩化学製)をスプレーしながら $100\text{rpm}$ で回転させて $75$ 秒の現像を行い(7)、直ちに超純水にてリンス処理を行う。次いで、 $100^\circ\text{C}$ 、 $20$ 分のベーク処理(ポストベーク)を行なった後(8)、平行平板型のドライエッチング装置により、ウェットエアを用いるプラズマデスカム処理を行う(9)。エッチングは $75\text{W}$ で $5$ 分行い、この処理によりレジスト膜厚は約 $0.05\mu\text{m}$ 減少する。

【0030】次いで、塩素と酸素の混合ガスを用いてク

ロムを主成分とする遮光膜のエッチングを行う(10)。約0.1  $\mu\text{m}$ の膜厚のエッチングを20分かけて行う。RF (Radio Frequency) の反射波強度のモニタからJust+10%のエッチングである。

【0031】エッチング終了後レジストを除去し、共焦点型の顕微鏡にて設計データが0.8  $\mu\text{m}$ のスペースパターンの寸法測定を実施する。寸法測定は同一のポイントを16回測定してデータの信頼性を確認する。本実施形態における実際のマスク処理においては、上記評価パターンの46箇所の寸法は平均値で0.812  $\mu\text{m}$ 、ばらつきは21 nm (3 $\sigma$ ) であり、最大値と最小値の差は31 nmである。

【0032】また、寸法不均一性を補正したマスク13の転写特性を確認すべく、製作したマスク13にペリクルを貼った後、ニコン社製のエキシマレーザ露光装置で転写を行う。8インチウェハでデバイスの配線工程のパターン形成工程の下地に対して塗布型反射防止膜55 nmを設け、次いで、化学増幅系のポジ型レジストを500 nmの膜厚に塗布して通常の露光処理を行う。現像後得られたレジストパターンの寸法を測長SEM (Scanning Electron Microscope) で測定する。実際のマスク処理においては、設計寸法がライン0.2  $\mu\text{m}$ 、スペース0.18  $\mu\text{m}$ の部分で、平均値0.183  $\mu\text{m}$ 、ばらつき21.2 nm (3 $\sigma$ ) が得られた。この数値は、従来のマスクでは27 nmを超えていたものであり、面内均一性により高精度の露光が可能となることが確認できた。また、露光装置のショット内には、マスクに起因すると考えられる種類の大きな分布は認められなかった。

【0033】このように、パターン露光後のベーキング処理を第一のベーキングと第二のベーキングに分け、第一のベーキング処理はレジスト全面に対して均一に行い、第二のベーキングはレジスト膜面の寸法分布の測定結果に基づいて面内不均一性を補正するように部分的に行うことにより、レジスト膜の面内均一性が高精度で得られる。また、潜像の測定により寸法分布を観測できるため、その後の現像からエッチングまでの工程によりマスクを実際に作成することなく寸法分布の補正が可能である。

【0034】また、第二のベーキング後に再度潜像の測定を行なって面内均一性を確認することにより、より精度の高い管理が可能である。すなわち、再度の潜像の測定により面内均一性が得られない場合に、部分的な第二のベーキングとさらなる潜像の測定を繰り返すことによりさらなる精度の向上が可能である。

【0035】なお、本実施形態においては特に示さなかったが、レジストとして化学増幅系レジストを用いる場合には、特に大きな効果が得られる。すなわち、化学増幅系のレジストにおいては、露光時間から露光後ベーキングまでの経過時間に依存して寸法の変動が発生している。特に荷電粒子ビームを用いる逐次露光方法において

は、基板内での経過時間が一時間を超える露光処理も必要になっている。また、露光装置が真空雰囲気である場合には、真空中で潜像の失活と考えられる感度低下が認められ、寸法の面内不均一性が生じる。

【0036】この寸法変動は、パターンが異なり露光時間が変化することにより、基板毎に異なる結果を示している。化学増幅系のレジストを用いた場合には、露光により生成された酸触媒が寄与する熱反応が拡散を伴って発生し、現像後の寸法を律しているため、従来型のナフトキノンジアジド・ノボラック系のレジストに比較して露光後のベーキング処理量に伴う寸法変化は大きい。従って、より正確な処理時間、あるいは狭い温度範囲でのベーキングで面内均一性が得られる。

【0037】また、ベーキングは、例えばレチクルブランクスのような厚い基板上でも、1  $\mu\text{m}$ 程度のレジスト膜だけの温度管理が出来れば良い。温度調整されたガスを基板に送風することにより、レジスト膜の特定の領域に対して中心から周囲に向かって緩やかに減衰する温度分布、すなわちベーキング効果が得られる。本実施形態では、基板内の特定の領域にベーキング処理を行なうが、レジスト膜に対しては、非接触の加熱手段が望ましい。また、中心から周囲に向かって緩やかに減衰する温度分布を与えることが寸法制御の上で効果的である。すなわち、温度制御された送風で部分的にベーキングすることにより、連続的に寸法の変化が発生している所定部分に対して寸法の補正を行なうことが可能となる。

(第2実施形態) 図5～図7は本発明の第2実施形態に係るパターン形成方法を説明するための図であり、図5は本実施形態におけるパターン形成方法に用いる補正データを作成するまでのフローチャート、図6は作成された補正データに基づくパターン形成方法によるパターン形成工程を示すフローチャート、図7は第一のベーキング処理に用いられるベーキング装置の横断面図である。本実施形態に係るパターン形成方法は第1実施形態とほぼ同じ工程により行われるが、第1のベーキング処理後に寸法比較を行うことなく、予め作成された補正データを用いて第1のベーキングと第2のベーキングを連続的に行う点で大きく相違する。

【0038】図5に示すように、まず寸法分布の不均一性を求めて補正データを作成すべく、第1実施形態とほぼ同様の工程に沿ってコンタクトホールのみのパターンデータを有する同一のテストマスクを三枚製作する。具体的には、マスク基板にレジスト塗布(1)及びベーキング(プリベーク)(2)の後、パターン露光は10  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の露光量で、2.5  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の露光を四回行なう多重描画を実施する(3)。露光時間は28分かかり、真空中から大気中に取り出すまでに7分かかる。パターン露光を行ったマスクを大気中に取り出した後直ちに、図7に示すように0.2 mmのスペーサを介して90℃に保持されたホットプレート上に保持すると

同時に、あらかじめ送風空気中の水分、すなわち湿度を調整する為に超純水を入れた容器を用いてバブリングする。次いで、ホットプレートと同一の温度に予熱した空気をマスク13の上面に向けて送風管71から送り込み、第一のベーキング処理を行う(4)。

【0039】15分間にわたる第一のベーキング処理後、マスク13を23℃に保持されたプレート上に放置する。マスク13が23℃の室温に戻った事を確認した後、現象処理を行なう(7)。現像は、フルコーンノズルから23℃に温調した現像液(AD-10多摩化学製)をスプレーし、100rpmで回転させて90秒行い、直ちに、超純水にてリンス処理を行なう。

【0040】次いで、100℃、20分のベーキング(ポストバーク)を行なう(8)。次いで、平行平板型のドライエッチング装置により、ウェットエアを用いるプラズマデスカム処理を行なう(9)。エッチングは75Wで5分行い、これによりレジスト膜厚は約0.05μm減少する。

【0041】次いで、塩素と酸素の混合ガスを用いてクロム系の遮光膜のエッチングを20分行なう(10)。実際のマスク処理においては、RFの反射波強度のモニタではエッチングされる面積が数%と少ない為、エンドポイントの検出が出来なかった。

【0042】エッチングが終了してレジストを除去した後、共焦点型の顕微鏡にて設計データが1.0μm角のコンタクトホールパターン寸法測定を実施する(5)。寸法測定は同一のポイントを16回測定することでその測定データの信頼性を確認できる。本実施形態における実際のマスク処理により得られたマスクの寸法測定の結果、三枚の基板は同一の傾向を示し、露光の開始点から終了位置に向かって描画順序に従って徐々に寸法が15nm小さくなって行く傾向を示した。三枚の基板は、それぞれ、面内の寸法ばらつきが35nm、41nm、33nm(3σ)となった。三枚の基板に対して露光の開始点から終了方向に向かって、y方向、すなわち露光装置において露光のストライプと垂直の方向にのみ寸法の補正を行えば、面内の寸法ばらつきが29nm(3σ)以下に減少出来る事が判明した。以上に示した工程により、寸法不均一性を補正するための補正データを作成することができる(51)。

【0043】次に、上記工程((1)~(51))により作成された補正データの精度を確認すべく、第四の基板を用意する。この第四の基板を用いて図7に示すベーキング装置により図6に示すフローチャートに沿って第一~第三の基板に対して行ったのと同じのレジスト塗布(1)~パターン露光(3)、及び15分の第一のベーキング処理(4)を行なう。図4に示すように、第四の基板においては第一のベーキング処理後直ちにクーリングプレート15に移載し、クーリングプレート15上で、基板の露光の開始点側から、上記ベーキングプレ

トにおいて行なった送風と同一の送風を行なう。本実施形態では、第1実施形態と異なりスポット状の送風ではなく、基板の幅に比べて片側15mm外側まで、幅が15mmの長方形の開口スリットに限定して送風を行なう(6)。従って、x方向へのステージ移動は行わず、y方向にのみステージを連続移動させて送風を行う。

【0044】なお、図4に示すように、スリットから両側に基板と平行に60mm幅のスカート状の板が設けられている。スリットは基板から10mm離されている。90℃の送風を4分30秒行なった後クーリングプレート15を20cm下方に移動し、送風管17からマスク13を離して送風を止める。基板が室温である23℃に戻ったことを確認した後、前述した現像処理及びデスカム及びエッチングを実施する((7)~(10))。レジストの除去後、前記三枚の基板と同一の潜像測定を実施し、寸法分布を得る。実際のマスク処理において、寸法の平均値は0.98μm、ばらつきは27nm(3σ)となった。この第四の基板の処理により、上記作成された補正データの精度が確認でき、またマスク形成プロセスの安定性を確認することができる。

【0045】次に、実際に所望のマスクを形成すべく、第五の基板を準備する。第五の基板には、コンタクトホールパターンではあるが第四の基板の場合よりもパターン数が約1.8倍多いデータを用いて露光を行なう。露光時間は、第四の基板の場合よりも約二倍の50分程度かかる。第四の基板の処理におけるクーリングプレート上での送風処理時間を10分に変更し、他は、第四の基板の場合と同一の工程を適用して第五の基板の処理を行なう。実際のマスク処理においては、仕上がり寸法は、平均値1.02μm、ばらつきは25nm(3σ)となった。従って、露光時間の変動に応じて第二のベーキング処理時間を変えることにより、上記第四の基板の場合と同様にレジスト膜の寸法の不均一性を低減することができる。

【0046】このように、第1実施形態と同様に第二のベーキングを行うにしても、寸法測定を行う工程を省略することができる。すなわち、レジスト膜に対する均一なベーキングを行った後の寸法分布を予め測定し、この寸法分布に基づいて他のレジスト膜を形成する際に第一及び第二のベーキングを連続的に行うことができるため、実際にマスクを作成する工程の途中で寸法測定を行うことなく、工程数の少ないパターン形成が可能となる。また、寸法測定は、実際にエッチング工程まで行って完成したテストマスクについて行うため、高精度の測定データを得られる。

【0047】以上第1, 2実施形態を用いて、本発明の主旨の説明を試みたが、本発明が用いている第二のベーキングは、第一のベーキングに付加して適用することも可能である。同時に実施するためには、予め精度の良い予測が必要であるが、簡便な手法で十分な効果が期待で

10

20

30

40

50



きる。

【0048】また、第1, 2 実施形態においてはベーキング装置として送風手段を用いる場合を示したが、輻射熱が寄与出来る構造で基板の表面部分の加熱を行なう事も可能である。また、レジストの感光領域を外れた光線による加熱も本発明の主旨を逸脱しない。また、レジスト膜のみに対する加熱で効果が得られることは自明である。また、第1, 2 実施形態では、第二のベーキングを付加することにより寸法を変化させているが、寸法の制御は逆に部分的に冷却したり、ベーキングを止めること

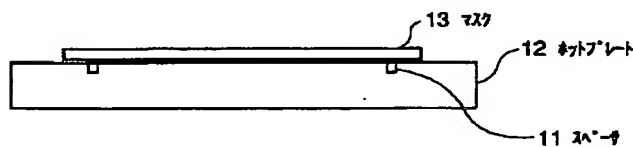
によっても実現出来る。すなわち、温調された送風が加熱の目的であっても、冷却の目的であっても、寸法調整すべき領域を部分的に選択することにより寸法の均一性を達成出来る。さらに、第1, 2 実施形態でそれぞれ第2のベーキング処理を異なる走査方法で行っているが、得られた測定データに応じていずれの走査方法も選択可能である。

【0049】また、第二のベーキングにおいて、送風管17の走査速度を変化させることにより部分的なベーキングを行う場合を示したが、送風管17からの送風温度を変化させることにより部分的なベーキングを行うこともできる。

【0050】また、本実施形態は寸法の均一性を達成することを目的に本発明を適用した例を説明したが、素子製造等のプロセスによっては寸法分布を生じさせる目的の場合もある。例えば、ウェハ内で同心円状に製造プロセスの不均一性があり、レジストパターン寸法を同心円状に分布させることにより、その後のプロセスにより不均一性を相殺出来ることが予測される場合である。この場合、第二のベーキング処理により面内均一性を達成するのではなく、不均一な所定の寸法分布となるように処理することとなる。

【0051】また、マスクの処理工程を例に説明したが、マスクでなくても半導体基板等、レジストパターンの形成及びその後のベーキング処理の工程を含むものであれば何でも適用可能である。また、第一のベーキング処理として、第1, 2 実施形態においてそれぞれ異なるベーキング装置を用いる場合を示したが、いずれの装置であっても選択的に用いることができる。さらに、上記実施形態に示した数値には限定されず、種々変更して実

【 図2 】



施することが可能である。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るパターン形成方法によれば、露光後ベーク処理として第一及び第二のベーク処理の2段階に分け、第一のベーク処理においてはレジスト膜全体に対して均一に行い、第二のベーク処理においては第一のベーク処理で得られた寸法の不均一性を補正するように部分的に行うため、レジスト膜の寸法分布の面内均一性が得られ、より高精度のリソグラフィ工程が実現できる。

【0053】また、化学増幅系のレジストを用いた場合には、露光後のベーキング処理量に伴う寸法変化は大きいので、パターン露光後の経過時間等の寸法変動要因の面内不均一性に応じた第二のベーキング処理条件は、通常のレジストに比較してより短時間で面内均一性が得られ、高精度のリソグラフィ工程が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1 実施形態に係るパターン形成方法のフローチャート。

【図2】本発明の第1 実施形態に係るパターン形成方法における第一のベーキング処理を行う装置の断面図。

【図3】同実施形態におけるパターン形成方法で形成されたパターンの寸法分布を示す図。

【図4】同実施形態におけるパターン形成方法における第二のベーキング処理を行う装置の断面図。

【図5】本発明の第2 実施形態に係るパターン形成方法における補正データ作成までのフローチャート。

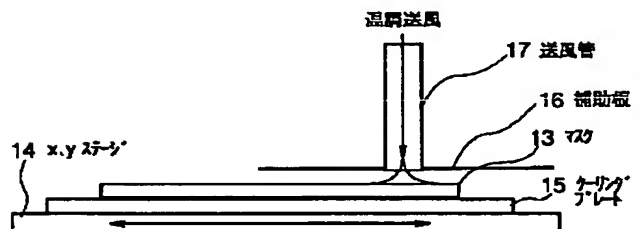
【図6】本発明の第2 実施形態に係る補正データを用いたパターン形成方法のフローチャート。

【図7】本発明の第2 実施形態に係るパターン形成方法における第一のベーキング処理を行う装置の断面図。

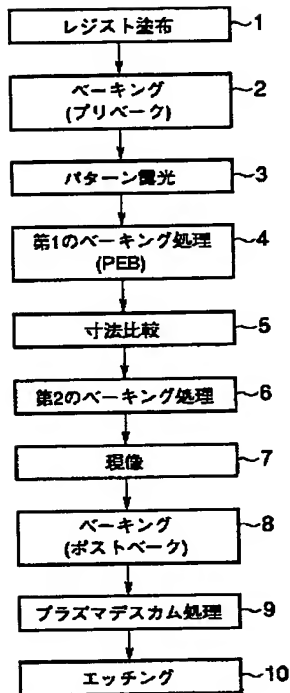
【符号の説明】

- 11 スペーサ
- 12 ホットプレート
- 13 マスク
- 14 x, y ステージ
- 15 クーリングプレート
- 16 補助板
- 17, 71 送風管

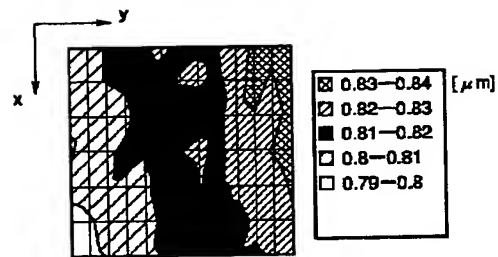
【 図4 】



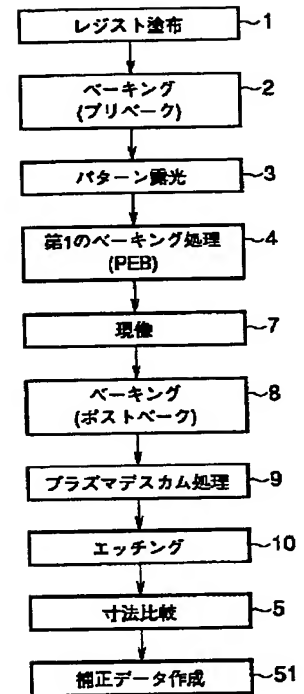
【 図1 】



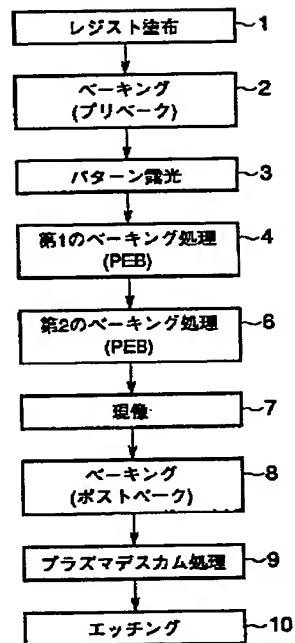
【 図3 】



【 図5 】



【 図6 】



【 図7 】

